

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas

**Producción de sustratos de plántulas en el sistema hidropónico en
la Isla San Cristóbal**

Madeline Pallo Naranjo

Gestión Ambiental

LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

San Cristóbal, 04 de marzo de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Producción de plántulas (perejiles, albahacas, lechugas crespas) mediante el sistema hidropónico en la Isla San Cristóbal

Madeline Pallo Naranjo

Nombre del profesor, Título académico:

Antonio León, PhD.

San Cristóbal, 24 de marzo del 2023

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Madeline Pallo Naranjo

Código: 00206574

Cédula de identidad: 2000148870

Lugar y fecha: San Cristóbal, 04 de marzo de 2023

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

1. RESUMEN

El sistema hidroponía constituye técnicas que sustituye al suelo, son llamados agricultura sin suelo que permite diseñar diversas estructuras muy complejas favoreciendo las condiciones ambientales, que permite la producción de cualquier plántula. Es un sistema, ya que se ha venido desarrollando desde hace muchos años empezando desde la antigua babilonia y en los Aztecas México, con los jardines colgantes a base de agua o las famosas chinampas que eran los jardines flotantes que son basadas al sistema semi hidropónico. En el mundo actual son métodos muy viables con tecnología avanzadas y a su vez un conocimiento de desarrollo. En Galápagos San Cristóbal, se está implementado el primer método de valoración de sustratos de plántulas en el sistema (NFT), una producción de alimentos sostenibles y conservación del agua, donde ayudará a reducir la dependencia de las importaciones de alimentos y que a su vez permita la producción local en San Cristóbal. Se demuestra como objetivo principal la evaluación de plantas para la producción de hortalizas en el sistema hidropónico en San Cristóbal. Donde se realizaron muestras de las plantas sembradas de frutillas, semillas de perejiles, albacas, lechugas crespas llevando un control establecido de conductividad eléctrica, y Ph. Mediante el análisis de datos se pudo obtener datos de tiempo de germinación, peso de cosecha de las plantas, medición de las plantas. Como resultado se pudo demostrar que sí, se puede hacer hidroponía en Galápagos, obteniendo los materiales de producción local y suministros que se requieren para llevar a cabo la actividad.

Palabras clave: Sistema hidropónico, plántulas, conductividad eléctrica, Galápagos, eficiente, Sustentable, seguridad alimentaria.

1.1 ABSTRACT

The hydroponics system constitutes techniques that replace the soil, they are called soilless agriculture that allows the design of various very complex structures favoring environmental conditions, which allows the production of any seedling. It is a system, since it has been developing for many years starting from ancient Babylon and the Aztecs in Mexico, with the hanging gardens based on water or the famous chinampas that were the floating gardens that are based on the semi-hydroponic system. In today's world, they are very viable methods with advanced technology and, in turn, development knowledge. In Galapagos San Cristóbal, the first method of valuation of seedling substrates in the system (NFT) is being implemented, a sustainable food production and water conservation, where it will help reduce dependence on food imports and that in turn allow local production in San Cristóbal. The evaluation of plants for the production of vegetables in the hydroponic system in San Cristóbal is demonstrated as the main objective. Where samples of the plants planted with strawberries, parsley seeds, basil, lettuce were taken, carrying an established control of electrical conductivity, and Ph. Through data analysis, it was possible to obtain data on germination time, harvest weight of the plants , measurement of plants. As a result, it was possible to demonstrate that, yes, hydroponics can be done in the Galapagos, obtaining the locally produced materials and supplies that are required to carry out the activity.

Key words: Hydroponic system, seedlings, electrical conductivity, Galapagos, efficient, Sustainable, food safety.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	0
ABSTRACT.....	0
1. INTRODUCCIÓN	10
2. OBJETIVOS	13
2.1OBJETIVO GENERAL	13
2.2OBJETIVO ESPECÍFICO	13
3. METODOLOGÍA	14
4. RESULTADOS	18
6. ANEXO 1	24
7. ANEXO 2	25
8. ANEXO 3	26
9. ANEXO 4	27
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	13
----------------------	-----------

Materiales usados durante el proyecto de evaluación del sistema hidropónico

TABLA 2.	15
-----------------------	-----------

Control de desarrollo de plantas de hortalizas en el sistema hidropónico.

TABLA 3.	17
-----------------------	-----------

Conductividad eléctrica establecida para el uso de nutrientes de las plántulas de hortalizas.

TABLA 4.	18
-----------------------	-----------

Novedades de controladores biológicos encontradas en las plántulas de hortalizas, en e sistema hidropónico.

TABLA 5.	19
-----------------------	-----------

Plagas encontradas en el sistema hidropónico, en las plántulas de hortalizas.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Tiempo de germinación de semillas de lechugas.....21

Figura 2.2 Crecimientos de plántulas de hortalizas.....21

Figura 3.3 Peso y cosecha total de plántulas de hortalizas.....22

1. INTRODUCCIÓN

En las islas Galápagos la mayoría de productos de hortalizas son importadas de la parte continental, donde depender de estos alimentos de corta vida se encuentran en percha (Salvador, 2015).

Lo que puede generar un gran problema para la sustentabilidad, calidad y diversidad de alimentos frescos. El problema de la importación de los productos de hortalizas en Galápagos, aumenta la huella de carbono, el transporte mediante área o marítimo puede producir efectos de gases de invernadero, lo que contribuye al cambio climático, además de la importación también aumenta los costos de alimentos altos y disminuye la calidad y frescura de alimentos, manteniendo una inseguridad alimentaria. Es por esto la implementación del sistema hidropónico en Galápagos donde es una solución sostenible para reducir la dependencia de las importaciones de alimentos, sino que también ayuda a la economía local, y fortalecer la seguridad alimentaria de nuestra región.

La palabra hidroponía se deriva del griego hydro(agua) ponía-ponos (labor del trabajo. Lo cual significa trabajo en el agua. Es un método utilizado para cultivar plantas usando disoluciones minerales en vez del suelo agrícola (Pedro, C. A.2020). Se define como conjunto de técnicas que sustituye al suelo (Beltrano, 2015). Este sistema te permite diseñar diversas estructuras complejas, favoreciendo las condiciones ambientales idóneas que se puede permitir la producción de cualquier tipo de planta, usando diversas áreas sin importar el estado físico.

La hidroponía no es un sistema nuevo ya que hace 100 años A.C, en Egipto, se muestran reportes geográficos de los cultivos de plantas en aguas, donde ya existía una noción de que era factible este tipo de cultivo NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE). El crecimiento de plantas sin suelo es conocido desde la antigua Babilonia, construidos en el siglo VI, y conocidos por los famosos jardines colgantes, los cuales se alimentaban de agua que corrían por los canales (Fariello, F. 2004). En México, los orígenes de la hidroponía eran los jardines flotantes de los Aztecas llamados chinampas, que son basados en el sistema semi hidropónico. Desde entonces, el cultivo hidropónico ha venido evolucionando y desarrollando nuevas técnicas de una tecnología avanzada y se expandido en todo el mundo, donde la técnica es utilizada cada vez más para la producción de plantas saludables y mayormente controlados (Vallado, 1999).

Existen estudios y proyectos que estos sistemas de cultivo en agua son exitosamente eficiente y sustentable, como diferentes partes del mundo y principalmente en Ecuador, además de Colombia, Perú y México, estos proyectos que se desarrollan dentro de estos países cercanos han demostrado mayormente rentables, desde hortalizas hasta plantas medicinales (Méndez, 2020). Por ejemplo, en Colombia se han implementado sistemas hidropónicos en zonas urbanas y rurales para la producción de lechugas, albacas, pepinos, tomates, lo que ha permitido la generación de empleo y una mejor seguridad alimentaria. En México, se han desarrollado sistemas hidropónicos para la producción de Chiles, jitomates, lo que ha permitido la producción de alimentos frescos y sanos y de alta calidad durante todo el año, incluso en zonas climáticas que no son favorables para el cultivo tradición.

Otro caso muy importante, exitoso es la implementación de este sistema NFT (Flujo de nutrientes) se desarrolló en Ecuador, en la empresa Agroindustria las Lomas, ubicada en Pichincha esta empresa se dedica a la producción de hortalizas como albahacas, cilantros, mentas, perejil, utilizando este tipo de cultivo. Esta empresa ha logrado obtener rendimientos superiores a los de la producción convencional de alimentos frescos, debido a que estos sistemas permiten un control más preciso del suministro de nutrientes y aguas a las plantas, lo que permite crecer más rápido y producir en cantidades grandes (Velasco,2020). Libres de pesticidas y otros contaminantes químicos, lo que ha permitido que estos productos sean valorados por consumidores preocupados por la salud y la seguridad alimentaria.

La implementación del sistema hidropónico NFT también ha permitido a Agroindustria Las Lomas reducir el uso de agua y otros recursos, lo que ha contribuido a una producción más sostenible y amigable con el medio ambiente lo que ha permitido mejorar la calidad y rendimiento de la producción de hierbas frescas, mientras que también ha contribuido a una producción más sostenible y amigable con el medio ambiente. Este sistema de cultivo, demuestra que son métodos eficaces en el mundo actual y viable, con tecnología avanzada y un mayor un mayor conocimiento de desarrollo. En cuanto la Isla San Cristóbal, es la primera en intentar desarrollar el sistema hidropónico, con materiales y suministros encontrados dentro de la comunidad, en las instalaciones del Science Center, alado de la USFQ Extensión Galápagos, frente al sitio turístico playa man.

Es el primero proyecto piloto implementado en la Isla San Cristóbal, a cargo del Ing. José Antonio León, profesor de agronomía de la USFQ. Genera una de las grandes ventajas para todas las personas de la comunidad, incluido principalmente al sector agrícola. Es una solución a la producción de alimentos y suministro de agua dulce en la región, a su vez presenta desafíos debido a las condiciones únicas del archipiélago insular. Por otro lado, este proyecto puede ayudar a reducir la dependencia de las importaciones de alimentos y que se pueda permitir la producción de estos vegetales. Además de cultivar en un ambiente controlado, se puede ahorrar agua al evitar la evaporación y la lixiviación del suelo.

Por ende, en Galápagos puede resultar es un reto difícil pero no imposible ya que puede presentar dificultades debido a la limitada disponibilidad de agua dulce en la región y la necesidad de importar equipos y suministros, pero tendremos una controlada seguridad alimentaria y eficiente en obtener un crecimiento rápido y controlado, lo cual reduce el riesgo de plagas, malas hierbas o enfermedades y se obtendrá diversas ventajas a la vez se podrá evaluar los controladores biológicos que se encontrarán en las plantas y analizar qué tan eficiente es el proyecto hidropónico en la Isla San Cristóbal. Prevé a estos análisis se ha implantado el método de NFT, evaluación de la producción de perejiles y albahacas, el cual es un trabajo muy eficiente y requiere de un constante monitoreo y de suma importancia para determinar la viabilidad y la eficacia de esta técnica de cultivo. La evaluación implica la selección cuidadosa de las variedades de las hortalizas disponible en la Isla Galápagos, San Cristóbal como el perejil, lechugas crespas, frutillas y albahacas, para medir el rendimiento de efectividad, calidad, uso del agua, nutrientes y la rentabilidad del cultivo (Cultivo en hidroponía, 2023).

La evaluación de hortalizas en el sistema hidropónico en Galápagos puede ser un paso importante hacia la producción de alimentos sostenibles y la conservación del agua en nuestra región. (Méndez, 2020). Donde nos permitirá la obtención de alimentos frescos, libre de pesticidas y amigables con el medio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluación de plántulas para determinar la viabilidad y eficacia de cultivos en el sistema hidropónico

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar el tiempo de germinación de las plantas de hortalizas.
- Evaluar el tiempo de crecimiento, peso y cosecha de la plántula

3. METODOLOGÍA

El trabajo de valoración del sistema hidropónico, se desarrolló en la Isla San Cristóbal alado de las instalaciones del SCIENCE CENTER, junto a la Universidad San Francisco de Quito, extensión Galápagos, fue el primero proyecto piloto desarrollado en la Isla San Cristóbal, a cargo del Ing. Agrónomo José Antonio León Reyes, quien fue el motor principal para el inicio de este proyecto, empezando desde el mes de octubre del 2022 hasta febrero 2023.

El inicio de este trabajo se empezó con la compra de semillas locales de la isla, como la lechuga, albahacas, perejiles. Estas hortalizas que se ha escogido, tienen ciclos de crecimiento relativamente cortos, lo que significa que pueden alcanzar la madurez y estar listas para la cosecha en un período de tiempo más breve en comparación con otras plantas de mayor tamaño. Esto permite una rotación más rápida de cultivos y un mayor rendimiento en un espacio de tiempo limitado, Las lechugas, albahacas y perejiles son muy populares y ampliamente consumidas en la alimentación tradicional.

A la vez se hizo la compra de diferentes materiales y suministros que fueron utilizados para la elaboración de este proyecto. Los materiales usados dentro del trabajo de investigación de la producción de plántulas mediante el sistema de hidropónico, fueron lo siguiente.

Tabla 1. Materiales usados durante el proyecto de evaluación del sistema hidropónico

Materiales utilizados en el sistema Hidropónico	Canastillos y esponja para sujeción de la planta
Turba (Tierra para sembrar)	Balanza y reglas
Soluciones de nutrientes de micro y macro	Bomba para fumigar
Semilleros de 16 x8	Guantes, piolas
Tijeras, cáncamos	Semillero de 60 x 20 cm
Semillas de plántulas	Soluciones minerales
Conductímetro	Regulador de PH

Para la evaluación de plántulas en el sistema hidropónico en la Isla Galápagos, San Cristóbal se utilizó la siguiente metodología.

1. Selección de variedad de plantas, donde se eligió la albahaca, lechuga crespa, perejil, y control de la planta de frutilla que ya se encontraba en el sistema NFT. Debemos seleccionar y experimentar las variedades de plantas que sean adecuadas para las condiciones climáticas. Limpiar el área donde se va a realizar la actividad.

2. Sembrar las semillas de albahacas, perejiles y lechugas crespas con turba en los semilleros de 60 x 20 cm y mediante cada 5 días ir monitoreando el crecimiento de las plantas y a regar agua, de igual manera controlar las plantas de frutillas que ya se encontraban en el sistema NFT, como sacando las hojas secas o de color marrones.

3. Luego de pasar 4 -6 semanas, procedemos a trasplantar las plántulas al sistema NFT, con las soluciones correspondientes de nutrientes micro y macro, los minerales que son esenciales para el crecimiento de la planta, y controlar el Ph basándonos en una tabla de conductividad eléctrica y Ph. Se realizaron diversas actividades como cortar las raíces largas de los perejiles, albahacas, y lechugas crespas para que permita el funcionamiento correspondiente de la planta y no tenga complicaciones.

4. Procedemos a medir la conductividad eléctrica (EC) y PH con el conductímetro, el cual es un instrumento de medida de las plantas de hortalizas, el cual nos ayuda realizar el monitoreo correspondiente y aplicar la solución nutritiva de micro y macro, estos nutrientes son soluciones que contiene diferentes elementos de tabla periódica, como K, F, N, H, que son esenciales para el desarrollado de hojas, tallos, frutos y permitiendo a la vez el desenvolvimiento de la clorofila y fotosíntesis (aprox. 0.9 – 1.5ms y Ph 6,5 – 7,5), para las hortalizas.

5. Cosechamos aproximadamente entre 4 – 6 semanas. De las plantas, y así mismo seguimos controlando las soluciones de las plantas e ir llenando el tanque de agua que es el motor principal de riego, e ir controlando plagas y controladores biológicos que se puedan presentar.

6. Medir y pesar las plantas que son cosechadas en una balanza que es otorgada por el laboratorio del science center. las plantas cosechadas fueron entre perejiles, lechugas y albahacas del sistema (NFT), alrededor de 75 plantas de albacas a 35 plantas de lechugas y 15 plantas de perejiles, alrededor de 16 semanas (4 meses). El cual la cosecha de la planta de albahacas consistía el corte del tallo 12 cm y volveríamos a cosechar cada 2 semanas.

7. Distribuir las plántulas con la USFQ y SCIENCE CENTER para los profesores del Staff y estudiantes, a la vez socializar el proyecto de evaluación con la comunidad de la isla San Cristóbal como turistas que se acercaban a nuestro sistema, y se sentían atraídos por la elaboración de nuestro proyecto ya que se podían obtener alimentos frescos, frente a un lugar de playa, con un clima caluroso.

8. Finalmente, dentro del transcurso de monitoreo y cosecha en el sistema hidropónico, obtuvimos el análisis estadístico de las plántulas para poder tener los resultados específicos de las variedades de plantas seleccionadas, como el peso, tiempo de germinación de las plantas.

Tabl. 2 Control de conductividad eléctrica y PH, en el sistema hidropónico.

FECHA	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (ec)	PH	TIPO DE CULTIVO
20 - 09 - 2022	0,93 - 0,90 ec	6,3 Ph	NFT Cultivo de perejiles y frutillas
24 - 10 - 2022	1,0 ec	7,4 ph	Cultivo de perejiles y frutillas en el sistema hidropónico
07 al 29 de noviembre del 2022	0,98 - 1,1 ec	6,1 - 7,2 Ph	Control de nutrientes en los sustratos
05 de diciembre al 27 de diciembre del 2022.	0,66 - 0,85- 0,9 -0,91 ec	7,24 6,5- 6,01-6,09 ph	Variación de nutrientes en los sustratos
09 al 27 de enero del 2023	1,5 - 1,3 - 1,5 . 1,45 ec	6,5 -6,5- 7,2 - 6,02 - 7,00	Control de plantas de lechugas y albas, su Ec y Ph son diferente conductividad
02 al 20 de febrero del 2023	1,3 - 1,5 - 1,5 - 1,2 ec	7,5- 6,001 - 8,0 - 6,5 Ph	Control de soluciones en el sistema hidro

4. RESULTADOS

Los datos obtenidos en esta evaluación de plantas, se cosecharon 70 albahacas, 31 lechugas y 15 plantas de perejiles a lo largo de 14 a 15 semanas. En promedio cada plántula de albahacas y lechuga crespas después de ser trasplantada en el sistema, duró aproximadamente un total de 12 a 14 semanas para que estén listas hacia cosechar el total de plantas. En promedio del peso que se puso a establecer luego de la cosecha de las albacas fue de 1778 gr, el promedio de las lechugas crespas fue de 508gr y de perejil de 309 gr.

El tiempo de germinación de las semillas de las lechugas fue entre 4 a 6 semanas, el cual se obtuvo un total de trasplante de 38 plantas.

Tabl. 3 conductividad eléctrica establecida para el uso de nutrientes de las plántulas de hortalizas.

Planta	Conductividad Eléctrica (mS)
Albahaca	1.00 - 1.5
Lechuga	1.00 - 1.5
Perejil	0.9 - 1.00

Tabl 4. Novedades de controladores biológicos encontradas en las plántulas de hortalizas, en el sistema hidropónico.

CONTROLADOR BIOLÓGICO	CONTENIDO
<p>✓ Coccinellidae (Mariquita Roja)</p>	<p>✓ Encontrada en el sistema hidropónico en la planta de lechuga, estos controladores son consumidores de pulgones, ácaros. Por lo que se ha potenciado su uso como insecto.</p>
<p>✓ Mosquito de hongo</p>	<p>✓ Este pequeño insecto se alimenta de hongos que puede ser una plaga en el sistema hidropónico. El mosquito deposita sus huevos en el sustrato del sistema y sus larvas se alimentan de los hongos controlando su propagación.</p>

Tabl 5. Plagas encontradas en el sistema hidropónico, en las plántulas de hortalizas.

PLAGA	DESCRIPCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mosca (Musca Doméstica) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suelen ser atraídas por la materia orgánica en descomposición y pueden depositar sus huevos en la solución nutriente o en las raíces de las plantas. Las larvas de mosca pueden dañar las raíces y los tallos de las plantas, y también pueden propagar enfermedades, estas moscas por lo general se encontraban en las plantas de perejiles y en el sistema en general
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Polistes versicolor (Avispas) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las avispas son comúnmente una plaga en estos tipos de cultivo, donde se encontraban en el tanque de agua de las soluciones y en las plantas de cultivos donde dañan las hojas y los tallos de las plantas.

Fig 1. Las plantas que se puso a evaluación de control fueron lechugas crespas, donde se mantuvo el tiempo de germinación de semillas entre 4 - 6 semanas de 58 semillas del mes de noviembre 2022 a enero 2023.

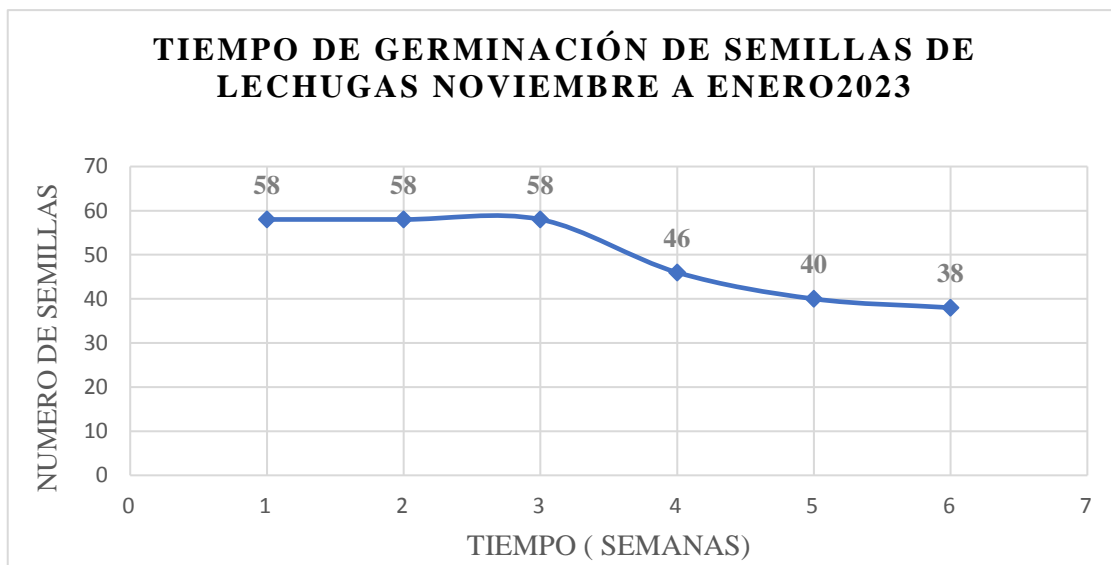


Fig. 2. Monitoreo del crecimiento de las plántulas, en el sistema hidropónico en la Isla San Cristóbal.

Semana	Albacas (cm)	Lechugas (cm)	Perejiles (cm)
14	15	12	15
15	24	13	16

Fig. 3 Peso total de las plantas cosechadas de lechugas, albacas y perejiles. Donde se obtuvo una mayor cosecha de plántulas de albacas en el sistema hidropónico dentro de 15 a 16 semanas.

Hortalizas	Cantidad Cosechada	Peso Promedio (gramos)	Duración (semanas)
Albacas	70	1778	15 - 16
Lechugas	31	508	15 - 16
Perejiles	15	309	15 - 16

5. CONCLUSIONES

- ✓ En conclusión, la evaluación de plántulas en el sistema hidropónico es un paso muy importante, donde se demuestra que este sistema ofrece un grado mayor de producción y variedad de planta que otorga una seguridad alimentaria. El sistema hidropónico NFT ha demostrado ser una técnica viable en un entorno insular como San Cristóbal, Galápagos. Al no depender del suelo y utilizar soluciones nutritivas en lugar de sustratos, se superan las limitaciones del terreno y se optimiza el uso de los recursos disponibles en la isla. En un lugar donde el agua es un recurso escaso, el sistema hidropónico NFT se destaca por su eficiencia en el uso del agua. Al recircular y reutilizar el agua, se reduce significativamente el consumo en comparación con los métodos de riego convencionales, lo que contribuye a la conservación de los recursos hídricos locales. La producción de hortalizas en la isla mediante el sistema hidropónico NFT puede tener un impacto positivo en la seguridad alimentaria de la comunidad local. Al ser capaz de cultivar alimentos frescos y saludables de manera sostenible, se puede reducir la dependencia de la importación de productos agrícolas, lo que fortalece la autonomía alimentaria de la isla. El sistema hidropónico NFT evita el uso de pesticidas y reduce la contaminación del suelo y las aguas subterráneas.

Esto contribuye a la preservación del ecosistema único y frágil de las Islas Galápagos, minimizando el impacto ambiental negativo asociado con la agricultura convencional.

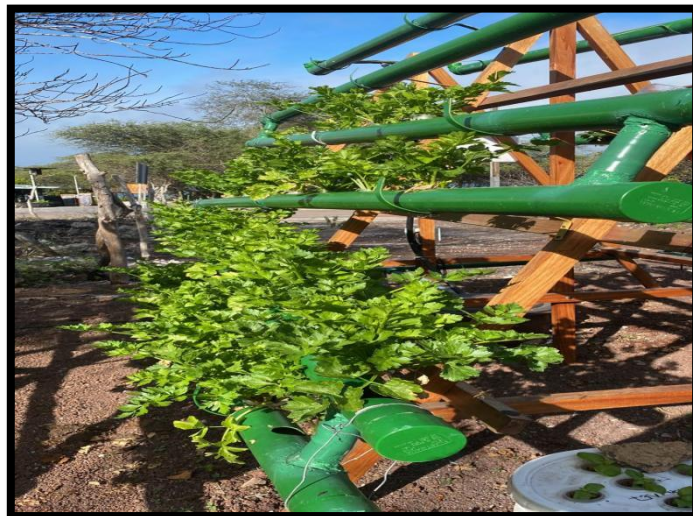
- ✓ Se pudo obtener la eficiencia del sistema hidropónico en la Isla San Cristóbal, el cuál se logró una tasa alta de semillas de lechugas, esto indica que el sistema proporcionó las condiciones adecuadas para el desarrollo de las semillas con turba. Al evaluar el peso de las plántulas se ha podido obtener información sobre el crecimiento y desarrollo, es decir si las plántulas presentan un peso significativo es un indicador de que recibieron los nutrientes y agua necesarios para el desarrollo saludable. La cosecha final indica un factor determinante para evaluar el éxito del proyecto, es decir que se pudo obtener la cosecha grande y de alta calidad, el cual demuestra que el sistema hidropónico fue efectivo en la producción de plantas y fueron aptos para el consumo humano, otorgando alimentos saludables y de calidad.

6. Anexos

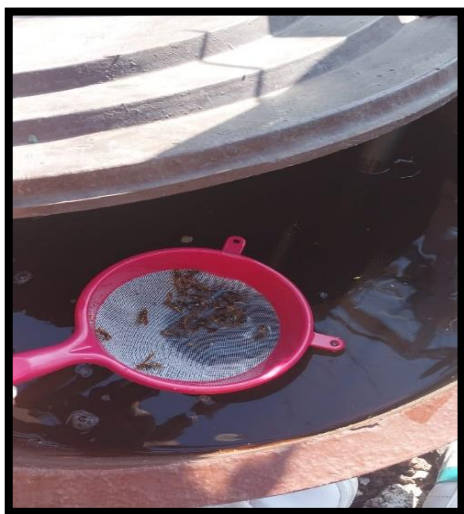
Evaluación y monitoreo de las semillas de plántulas de lechugas cresas



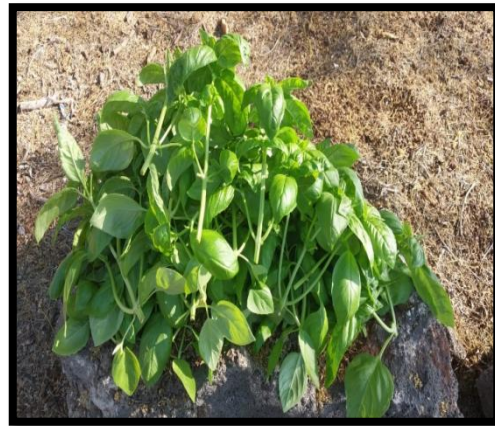
7. ANEXO Control de nutrientes y monitoreo de las plantas en su desarrollo



8. ANEXO Cosechas de plantas de alimentos sanos y de calidad, y control de reguladores biológicos



9. ANEXO Resultado final de las cosechas de las plántulas, alimentos frescos y de calidad.



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (2007). En flacsoandes, PLAN DE CONTROL TOTAL DE ESPECIES INTRODUCIDAS. Galápagos: ISBN: 978-9978-353-08-0. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/>: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/54605.pdf>
- Fariello, F. (2004). La arquitectura de los Jardines. Barcelona: Editorial Reverté, S.A., Barcelona, 2004.
- PEDRO, C. A. (2020). COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS HIDROPÓNICOS. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/>: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CORREA%20ARANA%20LUIS%20PEDRO_%20111.pdf
- Vallado, J. C. (1999). Las chinampas del valle de México. México: ISBN:968-856-575-X.
- (2007). En flacsoandes, PLAN DE CONTROL TOTAL DE ESPECIES INTRODUCIDAS. Galápagos: ISBN: 978-9978-353-08-0. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/>: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/54605.pdf>
- Fariello, F. (2004). La arquitectura de los Jardines. Barcelona: Editorial Reverté, S.A., Barcelona, 2004.
- Gimenez, J. B. (2015). Cultivo de hidroponía. ISBN 978-950-34-1258-9. Obtenido de sedici: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Machaca Cruz, D. H. (2018). Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/20213>
- Mendez, R. (02 de 04 de 2020). Rikolto latinoamerica. Obtenido de <https://latinoamerica.rikolto.org/es/noticias/la-produccion-hidroponica-es-mas-que-una-tendencia-es-resiliencia>
- Vallado, J. C. (1999). Las chinampas del valle de México. México: ISBN:968-856-575-X.
- Beltrano, J. (2015). Cultivo en hidroponía. En Cultivo en hidroponía. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- MELISSA, V. C. (2020). DESARROLLO MORFOLÓGICO Y RENDIMIENTO DE LOS SISTEMA HIDROPONICOS. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VELASCO%20CRIOLLO%20KELLY%20MELISSA.pdf>

